

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-013797

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

H04N 7/30

H04N 1/41

H04N 11/04

(21)Application number : 10-178891

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 25.06.1998

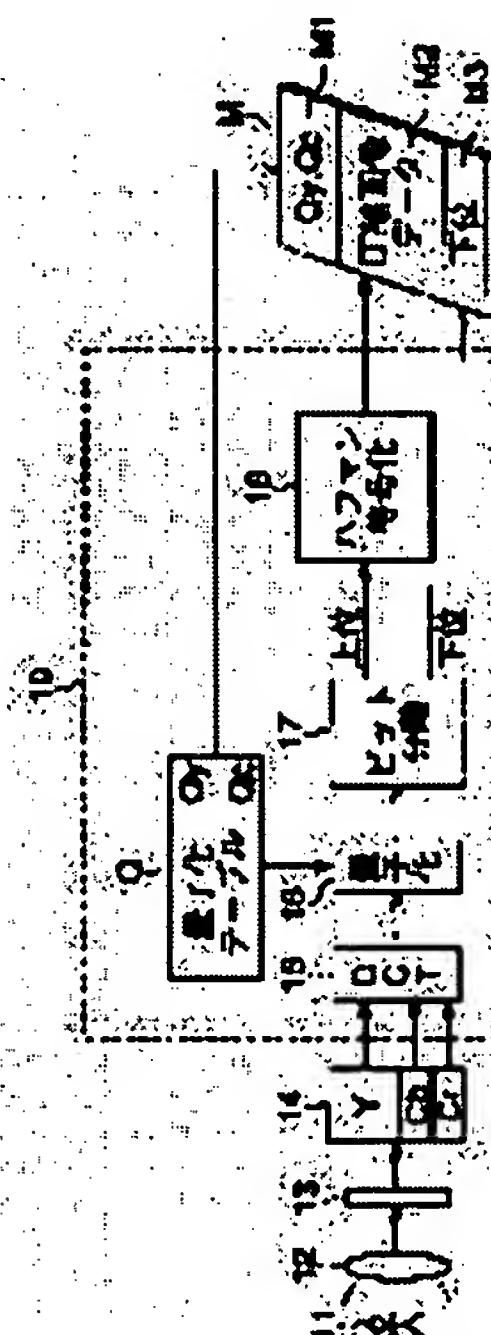
(72)Inventor : ABE NOBUSATO

(54) IMAGE COMPRESSING DEVICE AND IMAGE EXPANDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently compress the image of a high resolution and to perform compressing/expanding processing to the image so as not to degrade the image.

SOLUTION: A discrete cosine transformation(DCT) operating part 15, quantization part 16, bit separating part 17 and Huffman encoding part 18 are provided inside an image compressing device 10. By performing DCT operation to the image data inputted into the image compressing device 10 at the DCT operating part 15 and quantizing these data at the quantization part 16, they are converted to quantized DCT coefficients. The quantized DCT coefficients are separated into high-order quantized DCT coefficients and low-order quantized DCT coefficients at the bit separating part 17 and Huffman encoding is performed to the high-order quantized DCT coefficients at the Huffman encoding part 18.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力される静止画像に対応した画像データを直交変換することによりビット列で表される直交変換係数を求める直交変換手段と、
前記直交変換係数のビット列を上位ビット列と下位ビット列の2つに分離し、前記上位ビット列で表される上位直交変換係数と前記下位ビット列で表される下位直交変換係数とを求めるビット分離手段と、
前記上位直交変換係数を符号化することにより、圧縮画像データを求める符号化手段と、
を備えたことを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項2】 前記ビット分離手段が、量子化された前記直交変換係数をビット分離することを特徴とする請求項1に記載の画像圧縮装置。

【請求項3】 前記ビット分離手段が、ビット列で表される前記直交変換係数を右シフト演算し、前記右シフト演算により変換される前記直交変換係数のビット列を前記上位ビット列、前記右シフト演算により分離されるビット列を前記下位ビット列とすることで前記上位直交変換係数と前記下位直交変換係数とを求めることを特徴とする請求項1に記載の画像圧縮装置。

【請求項4】 入力される前記圧縮画像データを復号化することにより、前記上位直交変換係数を求める復号化手段と、
入力される前記下位直交変換係数と前記復号化手段によって得られた前記上位直交変換係数をビット合成することにより、前記直交変換係数を求めるビット合成手段と、
前記直交変換係数を逆直交変換することにより、前記画像データを求める逆直交変換手段と、
を備えたことを特徴とする画像伸張装置。

【請求項5】 前記逆直交変換手段が、逆量子化された前記直交変換係数を逆直交変換することを特徴とする請求項4に記載の画像伸張装置。

【請求項6】 前記ビット合成手段が、ビット列で表される前記上位直交変換係数を左シフト演算し、前記左シフト演算によって空白になるビット部分に前記下位ビット列を当てはめることにより、前記直交変換係数を求めることを特徴とする請求項4に記載の画像伸張装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、カラー静止画像を圧縮し、伸張する画像圧縮装置および画像伸張装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 カラー静止画像を圧縮することによって通信回路を介した画像の転送を効率的に行うため、JPEG (Joint Photographic Expert Group) 方式と呼ばれる画像圧縮方式が標準化されている。JPEG方式のベースラインプロセスでは、まず画像データを離散コサイ

ン変換することによって空間周波数成分ごとに分解し、空間周波数成分毎に表されたデータを量子化し、量子化されたデータを符号化(圧縮)する。符号化された画像データは、復号化し、逆量子化し、逆離散コサイン変換することによって伸張され、これにより元の画像が復元される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このようなJPEG方式によれば、高解像度の画像を効率的に圧縮することができるが、圧縮、伸張の過程で何らかの歪みが付加されるため圧縮された画像には劣化が生じる。そのためJPEG方式には画像に歪みが付加されない可逆符号化方式も提案されているが、この方式では高解像度の画像を効率的に圧縮できない。

【0004】 本発明は、高解像度の画像を効率的に圧縮するJPEG方式を取り入れながら、歪みを付加させず、画像劣化を生じさせないように画像を圧縮、伸張するための画像圧縮装置および画像伸張装置を得ることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の画像圧縮装置は、入力される静止画像に対応した画像データを直交変換することによりビット列で表される直交変換係数を求める直交変換手段と、直交変換係数のビット列を上位ビット列と下位ビット列の2つに分離し、上位ビット列で表される上位直交変換係数と下位ビット列で表される下位直交変換係数とを求めるビット分離手段と、上位直交変換係数を符号化することにより圧縮画像データを求める符号化手段とを備えたことを特徴とする。

【0006】 ビット分離手段は、量子化された直交変換係数をビット分離することが望ましい。

【0007】 ビット分離手段は、ビット列で表される直交変換係数を右シフト演算し、右シフト演算により分離されるビット列を下位ビット列、右シフト演算により変換される直交変換係数のビット列を上位ビット列とすることで上位直交変換係数と下位直交変換係数とを求めることが望ましい。

【0008】 本発明の画像伸張装置は、入力される圧縮画像データを復号化することによって上位直交変換係数を求める復号化手段と、入力される下位直交変換係数と復号化手段によって得られる上位直交変換係数をビット合成することにより直交変換係数を求めるビット合成手段と、直交変換係数を逆直交変換することにより画像データを求める逆直交変換手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】 逆直交変換手段は、逆量子化された直交変換係数を逆直交変換することが望ましい。

【0010】 ビット合成手段は、ビット列で表される上位直交変換係数を左シフト演算し、左シフト演算によって空白になるビット部分に下位ビット列を当てはめるこ

とにより、直交変換係数を求めることが望ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態である画像圧縮装置および画像圧縮装置について図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態例である画像圧縮装置のブロック図である。

【0012】被写体像11（静止画像）は、レンズ12を介して固体撮像素子13の受光面上に結像される。固体撮像素子13の受光面には光電変換素子が配設され、光電変換素子の上面にはレッド（R）、グリーン

（G）、ブルー（B）の各色フィルタ要素からなるカラーフィルタが設けられている。各光電変換素子は一つの画素データに対応しており、被写体像は各光電変換素子によって所定の色に対応した電気的な画像信号に変換される。そして画像信号は、A/D変換器（図示せず）においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。

【0013】デジタル化された画像信号は、信号処理回路（図示せず）において輝度データY、色差データCb、Crに変換されて画像メモリ14に入力される。画像メモリ14には、輝度データY、色差データCb、Crがそれぞれ独立した領域に格納されており、各メモリ領域は1画像分の記憶容量を有している。輝度データY、色差データCb、Crは、画像圧縮装置10に対する入力データである。

【0014】輝度データYおよび色差データCb、Crの画像データは、1画面において複数のブロックに分割され、ブロック単位で処理される。各ブロックは、8×8個の画素データからなる。

【0015】画像メモリ14から読み出された輝度データYおよび色差データCb、Crは、画像圧縮装置10に入力される。画像圧縮装置10は、離散コサイン変換（DCT演算）部15、量子化部16、ビット分離部17、ハフマン符号化部18から構成されている。輝度データYおよび色差データCb、Crは、画像圧縮装置10においてそれぞれ別々に圧縮処理される。

【0016】入力された輝度データYおよび色差データCb、Crは、DCT演算部15において、DCT演算が施される。DCT演算は直交変換の一つであり、画像データは空間周波数成分毎に分解されてDCT係数に変換される。

【0017】輝度データYおよび色差データCb、CrのDCT係数は、量子化部16において量子化され、量子化DCT係数に変換される。この量子化は線形量子化であり、8×8=64個の量子化係数から構成される量子化テーブルQを用いて量子化される。すなわち、DCT係数がそれぞれに対応する量子化係数で割り算され、余りが丸められる。量子化テーブルとして、輝度データY用の量子化テーブルQ_y、色差データCb、Cr用の量子化テーブルQ_cがそれぞれ設けられている。

【0018】輝度データYおよび色差データCb、Cr

は、画像圧縮装置10において2進数のビット列で表されており、輝度データYおよび色差データCb、Crの量子化DCT係数も2進数のビット列で表される。輝度データYおよび色差データCb、Crの量子化DCT係数のビット列は、ビット分離部17において上位ビット列と下位ビット列に分離され、上位ビット列で表される上位量子化DCT係数と下位ビット列で表される下位量子化DCT係数が求められる。ただし、ここでは1ビットに対してもビット列として表す。

【0019】輝度データYおよび色差データCb、Crの上位量子化DCT係数は、符号化部18において符号化（圧縮）され、圧縮画像データとして記録媒体Mの圧縮画像データ記録領域M2に記録される。符号化に関してはJPEGアルゴリズムに準拠したハフマン符号化方式を適用する。下位量子化DCT係数は、符号化されずにそのまま記録媒体Mの下位記録領域M3に記録される。上位量子化DCT係数、下位量子化DCT係数の記録とともに量子化部16で用いられた量子化テーブルQ_y、Q_cが、記録媒体Mの量子化テーブル記録領域M1に記録される。

【0020】図2、図3を用いて、8×8のマトリクスで表された1つの画素ブロックに対する圧縮処理を説明する。

【0021】図2には、輝度データYの画素ブロックPと、DCT係数行列Cと、量子化テーブルQと、量子化DCT係数行列Dとがそれぞれ8×8のマトリクスで例示されている。各マトリクスの要素は、それぞれ画素値P_{yx}、DCT係数C_{ji}、量子化係数Q_{ji}、量子化DCT係数D_{ji}と表される。

【0022】画素値P_{yx}は輝度データYの値である。画素値P_{yx}において、添字yは縦方向の位置を示し、上から0, 1, 2, …, 7である。また添字xは横方向の位置を示し、左から0, 1, 2, …, 7である。例えば、y=1、x=1の場合、画素値P₁₁=162である。

【0023】DCT係数C_{ji}、量子化テーブルQ_{ji}、量子化DCT係数D_{ji}における添字jは、添字yと同じように縦方向の位置を示し、上から0, 1, 2, …, 7である。また添字iは、添字xと同じように横方向の位置を示し、左から0, 1, 2, …, 7である。例えば、j=1、i=1の場合、DCT係数C₁₁の値は36である。

【0024】まず画素ブロックPの各画素値P_{yx}は、DCT演算によってDCT係数C_{ji}に変換される。DCT係数行列Cのなかで位置（0, 0）にあるDCT係数C₀₀はDC成分であり、残りの位置にあるDCT係数C_{ji}はAC成分である。DC成分は画素ブロックPの画素値P_{yx}の平均値を表し、空間周波数は0である。一方AC成分は、DCT係数C₀₁ないしC₁₀からDCT係数C₇₇の方向に向かって、より高い空間周波数成分の値が画素

ブロックPの中にどれほどあるかを表す。このように画素ブロックPは、DCT演算によって空間周波数成分毎に分解される。

【0025】次に各DCT係数 C_{j1} は、量子化係数 Q_{j1} によって量子化DCT係数 D_{j1} に量子化される。すなわち、各DCT係数 C_{j1} がそれぞれ対応する量子化係数 Q_{j1} で割り算され、余りが丸められる。ほぼ無歪みの画像圧縮処理をするため、量子化テーブルQは高圧縮な画像処理に対応した量子化テーブルではなく、なるべく小さい値の量子化係数 Q_{j1} によって構成されている。

【0026】例えばDCT係数 C_{03} ($=5$) は、量子化係数 Q_{03} ($=2$) で割り算されて余りが丸められる (四捨五入される) ことにより、量子化DCT係数 D_{03} ($=3$) が求められる。

【0027】図3には、量子化DCT係数行列Dと、上位量子化DCT係数行列DHと、下位量子化DCT係数行列DLが示されている。それぞれの要素は、量子化DCT係数 D_{j1} 、上位量子化DCT係数 DH_{j1} 、下位量子化DCT係数 DL_{j1} と表される。

【0028】ビット列で表されるそれぞれの量子化DCT係数 D_{j1} は、ビット分離によって上位ビット列と下位ビット列に分離され、上位ビット列で表される上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位ビット列で表される下位量子化DCT係数 DL_{j1} とが求められる。ビット分離されるビット数は、ここでは1ビットである。

【0029】例えば量子化DCT係数 D_{11} ($=36$) のビット列は、ビット分離によって上位量子化DCT係数 DH_{11} ($=18$) のビット列と下位量子化DCT係数 DL_{11} ($=0$) のビット列に分離される。また量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$) のビット列は、ビット分離によって上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$) のビット列と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$) のビット列に分離される。ただし、1ビットに対してもビット列として表す。ビット分離に関しては、後述する。

【0030】上位量子化DCT係数 DH_{j1} は、ハフマンテーブルを用いてハフマン符号化される。そのとき、AC成分、DC成分によって上位量子化DCT係数 DH_{j1} は別々に符号化され、AC成分の上位量子化DCT係数 DH_{j1} は従来公知のようにジグザグスキャンされて2次元のマトリクスから1列のデータに変換された後に符号化される。一方、下位量子化DCT係数 DL_{j1} はハフマン符号化されない。

【0031】上位量子化DCT係数行列DHをジグザグスキャンして1列に並べ替えたとき、ゼロの出現頻度が量子化DCT係数行列Dをジグザグスキャンするときに比べて増える。そのため、ゼロラン長 (連続する0の長さ) が長くなる。また、0以外の上位量子化DCT係数 DH_{j1} の値は量子化DCT係数 D_{j1} の値より小さいため、上位量子化DCT係数行列 DH_{j1} がハフマン符号化されるときに必要な情報量は量子化DCT係数 D_{j1} の場

合に比べて少ない。よって、ビット分離を実行することにより画像データを効率的に圧縮することができる。

【0032】図3、図4を用いて、1ビットのビット分離を詳述する。そのため、量子化DCT係数 D_{j1} をビット列で表す。1つのDCT係数 C_{j1} には通常16ビットが割り当てられ、量子化DCT係数 D_{j1} では16ビットのうち12ビットが使用される。正負の値をとるAC成分の量子化DCT係数 D_{j1} の場合、16ビットのうち最上位の1ビットが符号ビットとして使われ、下位の11ビットを使用して量子化DCT係数 D_{j1} が2進数で表される。

【0033】図4では、図3の量子化DCT係数 D_{j1} のうちAC成分である量子化DCT係数 D_{11} ($=36$) と量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$) のビット分離を示している。

【0034】まず、正の値をとる量子化DCT係数 D_{11} ($=36$) に対して1ビットのビット分離をする場合を説明する。

【0035】量子化DCT係数 D_{11} ($=36$) は、2進法で表すと「00000100100」であり、符号ビットFは正を表す「0」である。16ビットのビット列B0において、2進数「00000100100」は右端からの11ビットを使って表される。「0」である符号ビットFは、ビット列B0の左端にある最上位ビットに位置する。なお量子化DCT係数 D_{j1} が正の値の場合、使用されていない4ビットJ0は「0000」となっている。

【0036】ビット分離の実行により、量子DCT係数 D_{11} ($=36$) は右シフト演算される。シフト演算とは、各ビットを指定されたビット数だけ右または左に桁移動させる演算である。1ビットの右シフト演算が実行されると、各ビットが右に1つずつ移動させられ、

「0」である右端の最下位ビットKは分離される。そして右シフト演算によって空白になった左端の最上位ビットには、「0」である符号ビットFが埋められる。

【0037】このようにして、ビット列B0は右シフト演算により10ビットで表される2進数「0000010010」のビット列B1に変換される。このビット列B1が上位ビット列であり、2進数「0000010010」を10進法で表した値が上位量子化DCT係数 DH_{11} の値となる。すなわち、上位量子化DCT係数 DH_{11} の値は18である。

【0038】一方、右シフト演算によって分離された最下位ビットKが下位ビット列であり、最下位ビットKの値が下位量子化DCT係数 DL_{11} の値となる。2進数「0」は10進法で0と表されるから、下位量子化DCT係数 DL_{11} の値は0である。

【0039】このように量子化DCT係数 D_{11} ($=36$) のビット列B0は、ビット分離によって上位ビット列であるビット列B1と下位ビット列である最下位ビッ

トKに分離され、上位量子化DCT係数 DH_{11} ($=1$ 8)と下位量子化DCT係数 DL_{11} ($=0$)が求められる。

【0040】次に、負の値である量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)に対して1ビットのビット分離をする場合を説明する。

【0041】量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)は、2進法では「11111111001」と表され、符号ビットFは負を表す「1」である。16ビットのビット列M0において、2進数「11111111001」は右端からの11ビットを使って表される。「1」である符号ビットFは、ビット列M0の左端にある最上位ビットに位置する。なお、量子化DCT係数 D_{j1} が負の値の場合、使用されていない4ビットJ1は、「1111」となっている。

【0042】ビット分離の実行により、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)は右シフト演算される。右シフト演算されると、「1」である最下位ビットKは分離される。そして、右シフト演算によって空白となった最上位ビットには、「1」である符号ビットFが埋められる。

【0043】このようにして、ビット列M0は右シフト演算により10ビットで表される2進数「1111111100」のビット列M1に変換される。このビット列M1が上位ビット列であり、2進数「1111111100」を10進法で表した値が上位量子化DCT係数 DH_{21} の値となる。すなわち、量子化DCT係数 DH_{21} の値は符号ビットFが「1」であることから-4である。

【0044】一方、右シフト演算によって分離された最下位ビットKが下位ビット列であり、最下位ビットKを10進法で表した値が、下位量子化DCT係数 DL_{21} の値となる。2進数「1」は10進法で1と表されるから、下位量子化DCT係数 DL_{21} の値は1である。

【0045】このように量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)のビット列M0は、ビット分離によって上位ビット列であるビット列B1と下位ビット列である最下位ビットKに分離され、上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)が求められる。

$$DL_{j1} = D_{j1} - (DH_{j1} \times 2^n) \dots \dots \dots (1)$$

【0055】例えば1ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)に対して下位量子化DCT係数 DL_{21} の値は、上位量子化DCT係数 DH_{21} の値が-4であることから

$$DL_{j1} = -7 - (-4 \times 2^1) = 1$$

となる。

【0056】例えば3ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)に対して下位量子化DCT係数 DL_{21} の値は、上位量子化DCT係数 DH_{21} の値が-1であることから

$$DL_{j1} = -7 - (-1 \times 2^3) = 1$$

となる。

る。

【0046】以上のようにAC成分の量子化DCT係数 D_{j1} は、ビット分離によって上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位量子化DCT係数 J_1 に分離される。

【0047】DC成分の量子化DCT係数 D_{00} も、AC成分の量子化DCT係数 D_{j1} と同じようにビット分離される。ただし、DC成分の量子化DCT係数 D_{00} は必ず正の値になるため、16ビットのビット列において12ビットが割り当てられる。そのため、右シフト演算されたとき空白になる最上位ビットには、正を示す「0」の符号ビットFが埋められる。

【0048】なお、2ビット、3ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 D_{j1} に対して2ビット、3ビットの右シフト演算が実行される。

【0049】図5は、 8×8 の量子化DCT係数行列に対してnビットのビット分離を行うときの手順を示すフローチャートである。図3、図5を用いてビット分離のフローチャートを説明する。

【0050】ステップ201では、縦方向の位置を表す添字jが0に設定される。ステップ202では、横方向の位置を表す添字iが0と設定され、行列の横方向を表す行のなかで最も左側の量子化DCT係数 D_{j0} がビット分離の対象とされる。量子化DCT係数 D_{00} が最初のビット分離の対象である。

【0051】ステップ203では、量子化DCT係数 D_{j1} に対してnビットのビット分離をするためにnビットの右シフト演算が実行され、上位量子化DCT係数 DH_{j1} が求められる。

【0052】例えば1ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)から上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)が求められる。例えば3ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)から上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-1$)が求められる。

【0053】ステップ204では、下位量子化DCT係数 DL_{j1} が求められる。下位量子化DCT係数 DL_{j1} を求める算術式は、(1)式のようになる。

$$DL_{j1} = D_{j1} - (DH_{j1} \times 2^n) \dots \dots \dots (1)$$

【0057】ステップ205では、添字iに1が加算される。これによりビット分離される対象の量子化DCT係数 D_{j1} が1つ右隣の量子化DCT係数 D_{j1} に移される。

【0058】ステップ206では、添字iが8であるか否かが判定される。すなわち、横方向の1つの行に関してすべての量子化DCT係数 D_{j1} がビット分離されたか否かが判定される。添字iが8であると判定されるとステップ207に移る。添字iが8でないと判定されるとステップ203に戻る。

【0059】ステップ207では、添字jに1が加算される。すなわち、ビット分離される量子化DCT係数D

j_1 が、1つ下の行の量子化DCT係数 D_{j_1} に移される。

【0060】ステップ208では、添字 j が8であるか否かが判定される。すなわち、全ての量子化DCT係数 D_{j_1} がビット分離されたか否かが判定される。添字 j が8であると判定されると、量子化DCT係数行列のビット分離は終了する。添字 j が8でないと判定されると、ステップ202に戻る。

【0061】以上のように本実施形態を適用して画像を圧縮処理すれば、ゼロラン長がより長くなり、また符号化に必要な情報量がより少なくなるため、画像を効率的に圧縮することができる。

【0062】図6は、本発明の一実施形態である画像伸張装置のブロック図である。

【0063】輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の圧縮画像データが記録媒体 M の記録領域 $M2$ から読み出され、画像伸張装置30に送られる。画像伸張装置30は、ハフマン復号化部31、ビット合成部32、逆量子化部33、逆離散コサイン変換（IDCT演算）部34から構成されている。輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の圧縮画像データは、画像伸張装置30においてそれぞれ別々に伸張処理される。

【0064】輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の圧縮画像データは、ハフマン復号化部31において復号化され、上位量子化DCT係数に変換される。この復号化はハフマン符号化とは逆の作用であり、上位量子化DCT係数は2進数のビット列で表される。

【0065】輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の上位量子化DCT係数と、記録媒体 M の下位記録領域 $M3$ から読み出された輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の下位量子化DCT係数が、ビット合成部32においてビット合成され、量子化DCT係数が復元される。

【0066】輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r の量子化DCT係数は、逆量子化部33において量子化テーブル Q を用いて逆量子化され、DCT係数に変換される。すなわち、輝度データ Y 用の量子化テーブル Q_y 、および色差データ C_b 、 C_r 用の量子化テーブル Q_c が記録媒体 M の量子化テーブル記録領域 $M1$ から読み出され、各量子化DCT係数にそれぞれ対応する量子化係数が掛け算される。

【0067】輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r のDCT係数は、IDCT演算部34においてIDCT演算され、輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r に変換される。IDCT演算は、DCT演算とは逆の演算である。IDCT演算によって得られた輝度データ Y および色差データ C_b 、 C_r は、画像メモリ14に入力される。

【0068】図7、8を用いて、圧縮画像データに対する伸張処理を説明する。圧縮画像データは、以下では輝度データ Y を対象とする。

【0069】図7には、図3と同じように上位量子化DCT係数行列 DH と、下位量子化DCT係数行列 DL と、量子化DCT係数行列 D とが 8×8 のマトリクスで例示されている。各マトリクスの要素は、上位量子化DCT係数 DH_{j_1} 、下位量子化DCT係数 DL_{j_1} 、量子化DCT係数 D_{j_1} と表される。

【0070】圧縮画像データはAC成分、DC成分それぞれ別々にハフマン復号化され、AC成分がジグザグスキップの逆であるマトリクス化されることにより、上位量子化DCT係数行列 DH が求められる。

【0071】上位量子化DCT係数 DH_{j_1} とそれに対応する下位量子化DCT係数 DL_{j_1} がビット合成されることにより、量子化DCT係数 D_{j_1} が復元される。ビット合成されるビット数は、ここでは1ビットである。

【0072】例えば上位量子化DCT係数 $DH_{11} (=18)$ と下位量子化DCT係数 $DL_{11} (=0)$ がビット合成されると、量子化DCT係数 $D_{11} (=36)$ が復元される。また、上位量子化DCT係数 $DH_{21} (= -4)$ と下位量子化DCT係数 $DL_{21} (=1)$ がビット合成されると、量子化DCT係数 $D_{21} (= -7)$ が復元される。なお、ビット合成に関しては後述する。

【0073】図8には、量子化DCT係数行列 D と量子化テーブル Q とDCT係数行列 C' と画素ブロック P' とが 8×8 のマトリクスで例示されている。各マトリクスの要素は、それぞれ量子化DCT係数 D_{j_1} 、量子化係数 Q_{j_1} 、DCT係数 C'_{j_1} 、画素値 P'_{yx} と表される。

【0074】量子化DCT係数 D_{j_1} は、量子化係数 Q_{j_1} によってDCT係数 C'_{j_1} に逆量子化される。すなわち、各量子化DCT係数 D_{j_1} にそれぞれ対応する量子化係数 Q_{j_1} が掛け算される。

【0075】例えば量子化DCT係数 $D_{23} (= -1)$ には、量子化係数 $Q_{23} (=2)$ が掛け算されて、DCT係数 $C'_{23} (= -2)$ が求められる。

【0076】DCT係数 C'_{j_1} はIDCT演算によって画素値 P'_{yx} に変換される。IDCT演算が実行されることにより、 8×8 の画素値 P'_{yx} からなる画素ブロック P' が復元される。

【0077】図7、図9を用いて、1ビットのビット合成を詳述する。そのため、上位量子化DCT係数 DH_{j_1} および下位量子化DCT係数 DL_{j_1} をビット列で表す。

【0078】図9では、図7の上位量子化DCT係数 $DH_{11} (=18)$ と下位量子化DCT係数 $DL_{11} (=0)$ 、および上位量子化DCT係数 $DH_{21} (= -4)$ と下位量子化DCT係数 $DL_{21} (=1)$ に対するビット合成を示している。

【0079】まず、AC成分の上位量子化DCT係数 $DH_{11} (=18)$ と下位量子化DCT係数 $DL_{11} (=0)$ に対して1ビットのビット合成を行う場合を説明する。

【0080】上位量子化DCT係数 $DH_{11} (=18)$ は、図4で示したように16ビットのビット列 $B1$ で表

される。下位量子化DCT係数 DL_{11} ($=0$)は2進数で「0」であり、下位ビット列K1で表される。

【0081】ビット合成の実行により、上位量子化DCT係数 DH_{11} ($=18$)は左シフト演算される。1ビットの左シフト演算が実行されると、各ビットが左に1つずつ移動させられ、左端の「0」である符号ビットFが分離される。そして左シフト演算によって空白になった右端の最下位ビットには、「0」である下位ビット列K1が埋められる。また、左端から2番目の「0」であるビットF0が、1ビットの左シフト演算によって左端の最上位ビットに移動され、符号ビットFとなる。

【0082】左シフト演算により、ビット列B1は11ビットを使用して表される2進数「00000100100」のビット列B0に変換される。そして、2進数「00000100100」を10進法で表した値が量子化DCT係数 D_{11} となる。すなわち、量子化DCT係数 D_{11} の値は36である。

【0083】このように、上位量子化DCT係数 DH_{11} ($=18$)と下位量子化DCT係数 DL_{11} ($=0$)がビット合成されることにより、量子化DCT係数 D_{11} ($=36$)が復元される。

【0084】次に、AC成分の上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)に対して1ビットのビット合成をする場合を説明する。

【0085】上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)は、図4で示したように16ビットのビット列M1で表される。下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)は、2進数で「1」であり、下位ビット列K1で表される。

【0086】ビット合成の実行により、上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)は左シフト演算される。1ビットの左シフト演算が実行されると、各ビットが左に1つずつ移動させられ、左端の「1」である符号ビットFが分離される。そして左シフト演算によって空白になった右端の最下位ビットには、「1」である下位ビット列K1が埋められる。また、左端から2番目の「1」であるビットF0が、1ビットの左シフト演算によって左端の最上位ビットに移動され、符号ビットFとなる。

【0087】左シフト演算により、ビット列M1は11ビットを使用して表される2進数「11111111001」のビット列M0に変換される。そして、2進数「11111111001」を10進法で表した値が量子化DCT係数 D_{21} の値となる。すなわち、「1」である符号ビットFを考慮して量子化DCT係数 D_{21} の値は-7である。

【0088】このように、上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)がビット合成されることにより、量子化DCT係数 D_{21} ($=-7$)が復元される。

【0089】以上のようにAC成分の上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位量子化DCT係数 DL_{j1} がビット合成

されることにより、量子化DCT係数 D_{j1} が復元される。

【0090】DC成分の上位量子化DCT係数 DH_{00} と下位量子化DCT係数 DL_{00} も、同じようにビット合成される。ただし、DC成分の上位量子化DCT係数 DH_{00} は必ず正の値になるため、16ビットのビット列において12ビットが割り当てられる。

【0091】なお、2ビット、3ビットのビット合成の場合、上位量子化DCT係数 DH_{j1} に対して2ビット、3ビットの左シフト演算が実行される。

【0092】図10は、 8×8 の上位量子化DCT係数行列と下位量子化DCT係数行列に対してnビットのビット合成するときの手順を示すフローチャートである。図7、図10を用いてビット合成のフローチャートを説明する。

【0093】ステップ301では、縦方向の位置を表すjが0に設定される。ステップ302では、横方向の位置を表す添字iが0に設定され、行列の横方向を表す行の中でもっとも左側の上位量子化DCT係数 DH_{j0} と下位量子化DCT係数 DL_{j0} がビット合成の対象とされる。上位量子化DCT係数 DH_{00} と下位量子化DCT係数 DL_{00} が最初のビット合成の対象である。

【0094】ステップ303では、上位量子化DCT係数 DH_{j1} に対してnビットの左シフト演算が実行され、量子化DCT係数 D_{j1} が求められる。量子化DCT係数 D_{j1} を求める算術式は、(2)式のようになる。

【0095】

$$D_{j1} = DH_{j1} \times 2^n + DL_{j1} \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0096】例えば、1ビットのビット合成の場合、上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-4$)と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)に対して量子化DCT係数 D_{21} の値は

$$D_{j1} = -4 \times 2^1 + 1 = -7$$

となる。

【0097】例えば、3ビットのビット合成の場合、上位量子化DCT係数 DH_{21} ($=-1$)と下位量子化DCT係数 DL_{21} ($=1$)に対して量子化DCT係数 D_{21} の値は

$$D_{21} = -1 \times 2^3 + 1 = -7$$

となる。

【0098】ステップ304では、添字iに1が加算される。これによりビット合成される対象の上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位量子化DCT係数 DL_{j1} が1つ右隣の上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位量子化DCT係数 DL_{j1} に移される。

【0099】ステップ305では、添字iが8であるか否かが判定される。すなわち、横方向の1つの行に関して全ての上位量子化DCT係数 DH_{j1} と下位量子化DCT係数 DL_{j1} がビット合成されたか否かが判定される。添字iが8であると判定されるとステップ306に移

る。添字 i が 8 でないと判定されるとステップ 303 に戻る。

【0100】ステップ 306 では、添字 j に 1 が加算される。すなわち、ビット合成される対象の上位量子化 DCT 係数 DH_{j1} と下位量子化 DCT 係数 DL_{j1} が、1 つ下の行の上位量子化 DCT 係数 DH_{j1} と下位量子化 DCT 係数 DL_{j1} に移される。

【0101】ステップ 307 では、添字 j が 8 であるか否かが判定される。すなわち、全ての上位量子化 DCT 係数 DH_{j1} と下位量子化 DCT 係数 DL_{j1} がビット合成された否かが判定される。添字 j が 8 であると判定されると、 8×8 の上位量子化 DCT 係数行列 DH と下位量子化 DCT 係数行列 DL に対するビット合成は終了する。添字 j が 8 でないと判定されると、ステップ 302 に戻る。

【0102】以上のように本実施形態によれば、量子化 DCT 係数 D_{j1} のビット列を上ビット列と下位ビット列にビット分離し、上位ビット列で表される上位量子化 DCT 係数 DH_{j1} と下位ビット列で表される下位量子化 DCT 係数 DL_{j1} を求めることにより、画像を効率的に圧縮することができる。また、上位量子化 DCT 係数 DH_{j1} と下位量子化 DCT 係数 DL_{j1} をビット合成することにより、量子化 DCT 係数 D_{j1} を復元し、ほぼ無歪みの画像を復元することができる。

【0103】従来の可逆符号化方式と本発明による画像圧縮方式を比較するため、それぞれの画像圧縮方式を用いてカラー静止画像を圧縮し、圧縮率（元画像データ量に対する圧縮画像データ量の割合）を計った。ただし、本発明の画像圧縮方式では画像劣化を生じさせないために量子化を実行しない。従来の可逆符号化方式の場合、圧縮率は 75.6 パーセントであったのに対し、本発明による画像圧縮方式の場合、圧縮率は 70.9 パーセントであった。この計測結果から、本発明による画像圧縮方式は従来の可逆符号化方式よりも画像を効率的に圧縮

できることがわかる。

【0104】なお、画像圧縮処理に関しては DCT 演算の代わりにアダマール変換を適用してもよい。この場合、画像伸張処理に関しては IDCT 演算の代わりに逆アダマール変換が用いられる。

【0105】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高解像度の画像をほぼ無歪みで圧縮、伸張処理することができ、かつ効率的に圧縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態を適用した画像圧縮装置のブロック図である。

【図 2】画素ブロックと DCT 係数行列と量子化 DCT 行列を示した図である。

【図 3】量子化 DCT 係数行列と上位量子化 DCT 係数行列と下位量子化 DCT 係数行列を示した図である。

【図 4】2 つの量子化 DCT 係数のビット分離を示した図である。

【図 5】ビット分離の手順を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の一実施形態を適用した画像伸張装置のブロック図である。

【図 7】上位量子化 DCT 係数行列と下位量子化 DCT 係数行列と量子化 DCT 行列を示した図である。

【図 8】量子化 DCT 係数行列と DCT 係数行列と画素ブロックを示した図である。

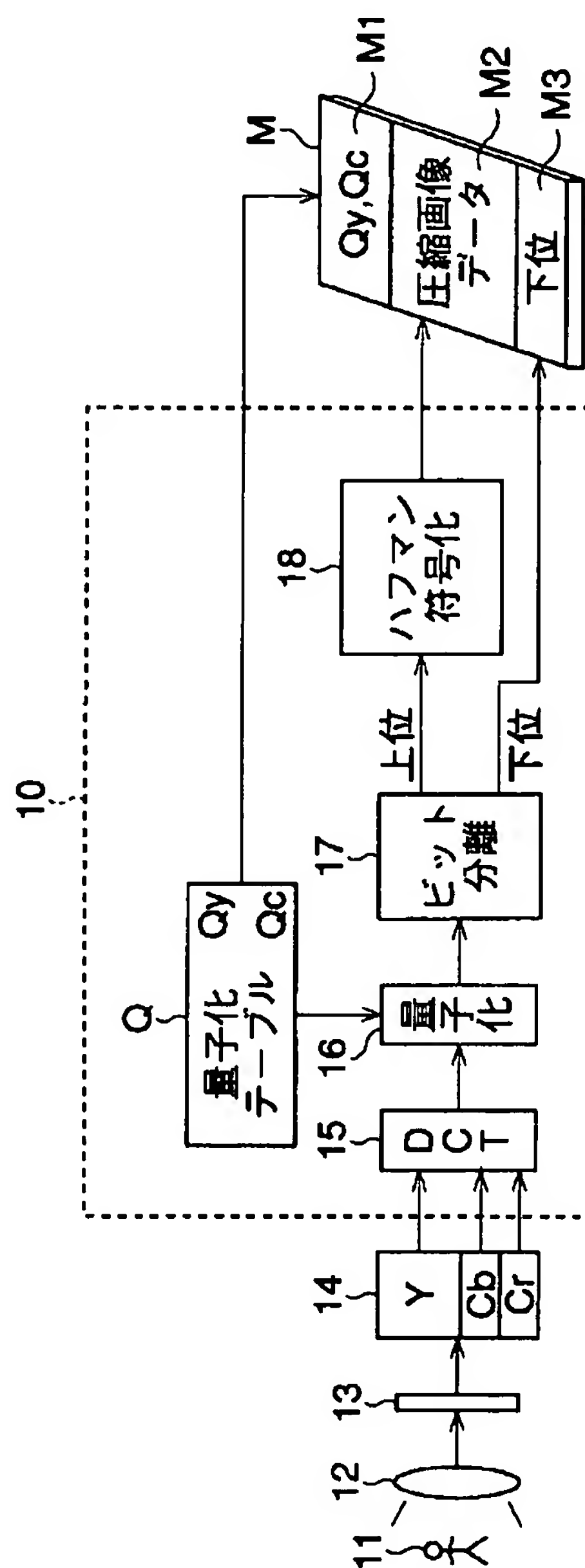
【図 9】2 つの上位量子化 DCT 係数と下位量子化 DCT 係数のビット合成を示した図である。

【図 10】ビット合成の手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10 画像圧縮装置

30 画像伸張装置



【图 1】

【図2】

$$P = (P_{yx}) = \begin{bmatrix} 159 & 153 & 158 & 152 & 140 & 138 & 132 & 132 \\ 164 & \textcircled{162} & 162 & 157 & 151 & 142 & 134 & 132 \\ 167 & 168 & 161 & 160 & 158 & 145 & 139 & 134 \\ 164 & 168 & 161 & 166 & 162 & 152 & 149 & 141 \\ 171 & 166 & 168 & 167 & 163 & 162 & 157 & 151 \\ 173 & 164 & 169 & 170 & 166 & 166 & 162 & 161 \\ 175 & 169 & 172 & 176 & 174 & 172 & 174 & 166 \\ 173 & 172 & 175 & 173 & 180 & 181 & 177 & 172 \end{bmatrix}$$

8×8画素ブロック

$$C = (C_{ji}) = \begin{bmatrix} 261 & 49-16 & \textcircled{5} & 2 & 5 & 1 & 1 \\ -78 & \textcircled{36} & -2 & -7 & 1 & -2 & 0 & -2 \\ 1 & -7 & 3 & -2 & -2 & 1 & 5 & 2 \\ -8 & -3 & 5 & -3 & 1 & 7 & 7 & -1 \\ -1 & -5 & 0 & 0 & -3 & 0 & 1 & -1 \\ -3 & -1 & 0 & -1 & 1 & 2 & -4 & -1 \\ -3 & 0 & 2 & 0 & 1 & -2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

DCT係数

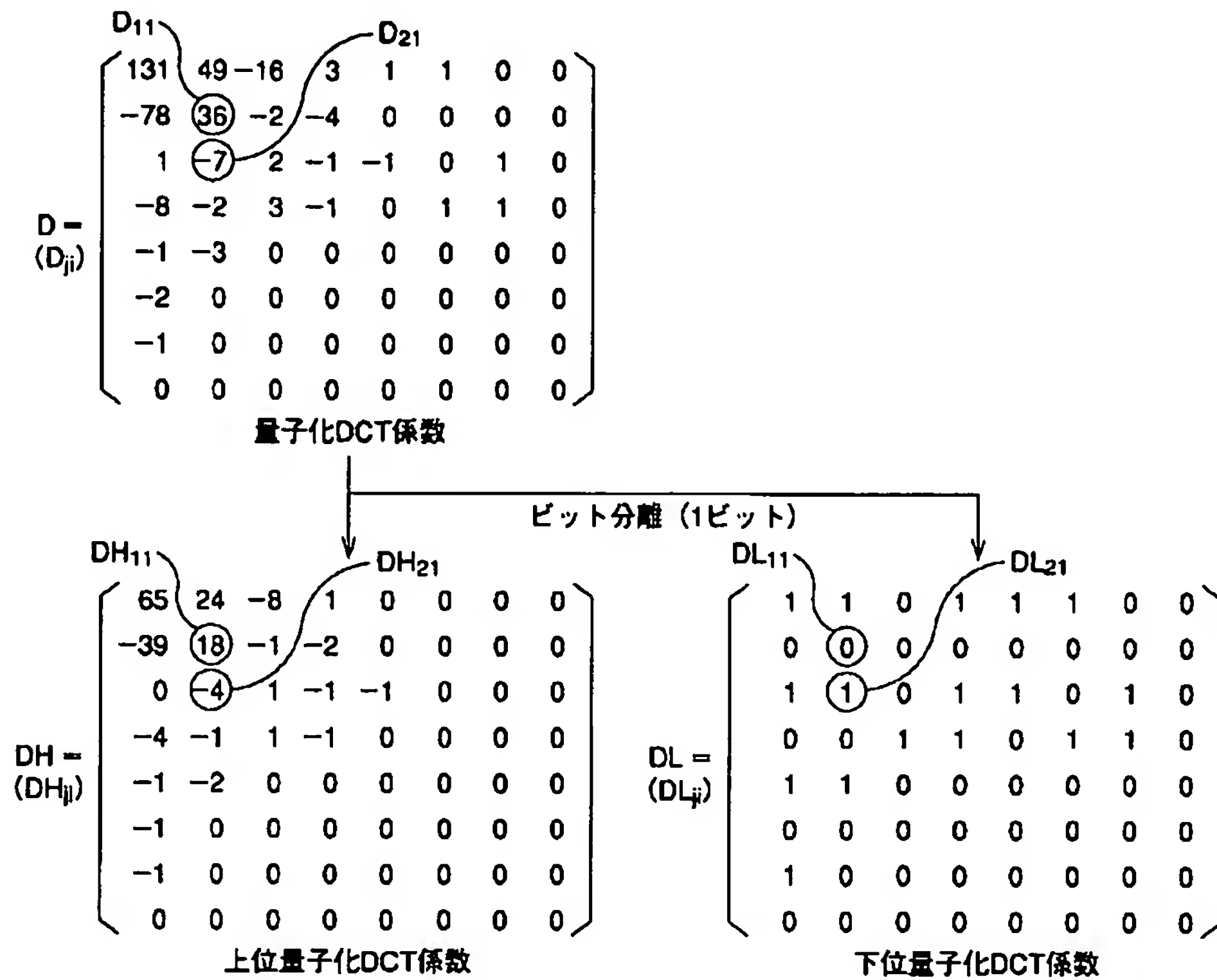
$$D = (D_{ji}) = \begin{bmatrix} 131 & 49-16 & \textcircled{3} & 1 & 1 & 0 & 0 \\ -78 & 36 & -2 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -7 & 2 & -1 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ -8 & -2 & 3 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & -3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

量子化DCT係数

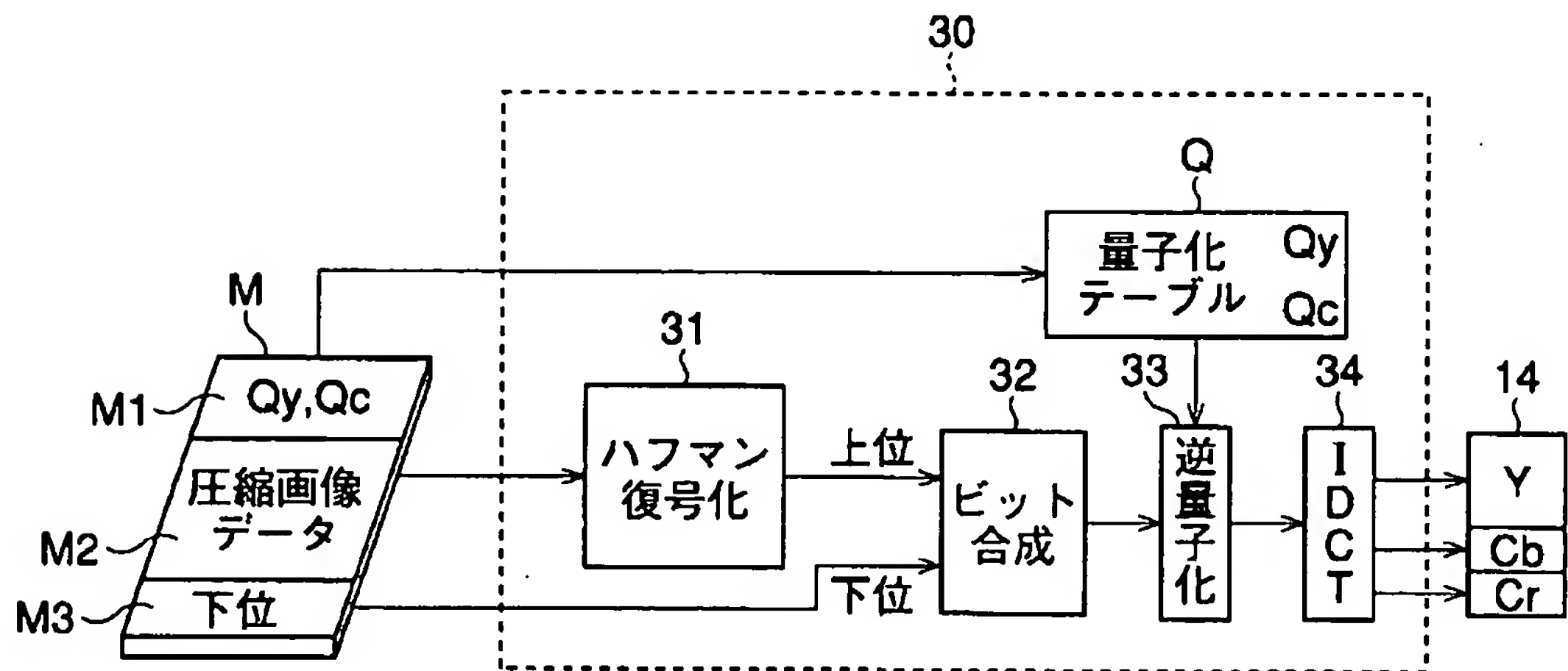
$$Q = (Q_{ji}) = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 & \textcircled{2} & 2 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 3 & 6 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 4 & 6 & 7 & 6 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 5 & 9 & 8 & 6 \\ 2 & 2 & 4 & 6 & 7 & 11 & 10 & 8 \\ 2 & 4 & 6 & 6 & 8 & 10 & 11 & 9 \\ 5 & 6 & 8 & 9 & 10 & 12 & 12 & 10 \\ 7 & 9 & 10 & 10 & 11 & 10 & 10 & 10 \end{bmatrix}$$

量子化テーブル

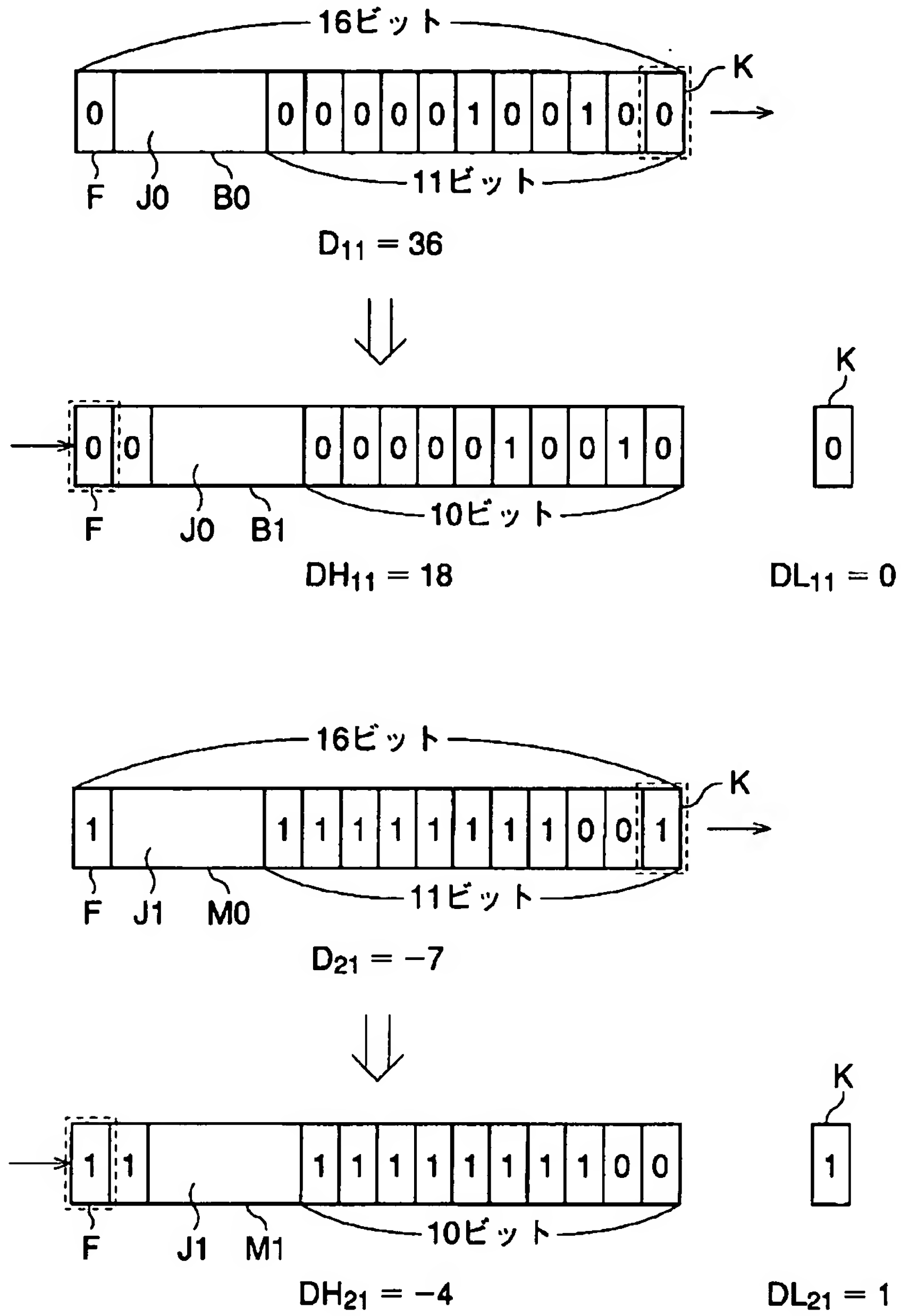
【図3】



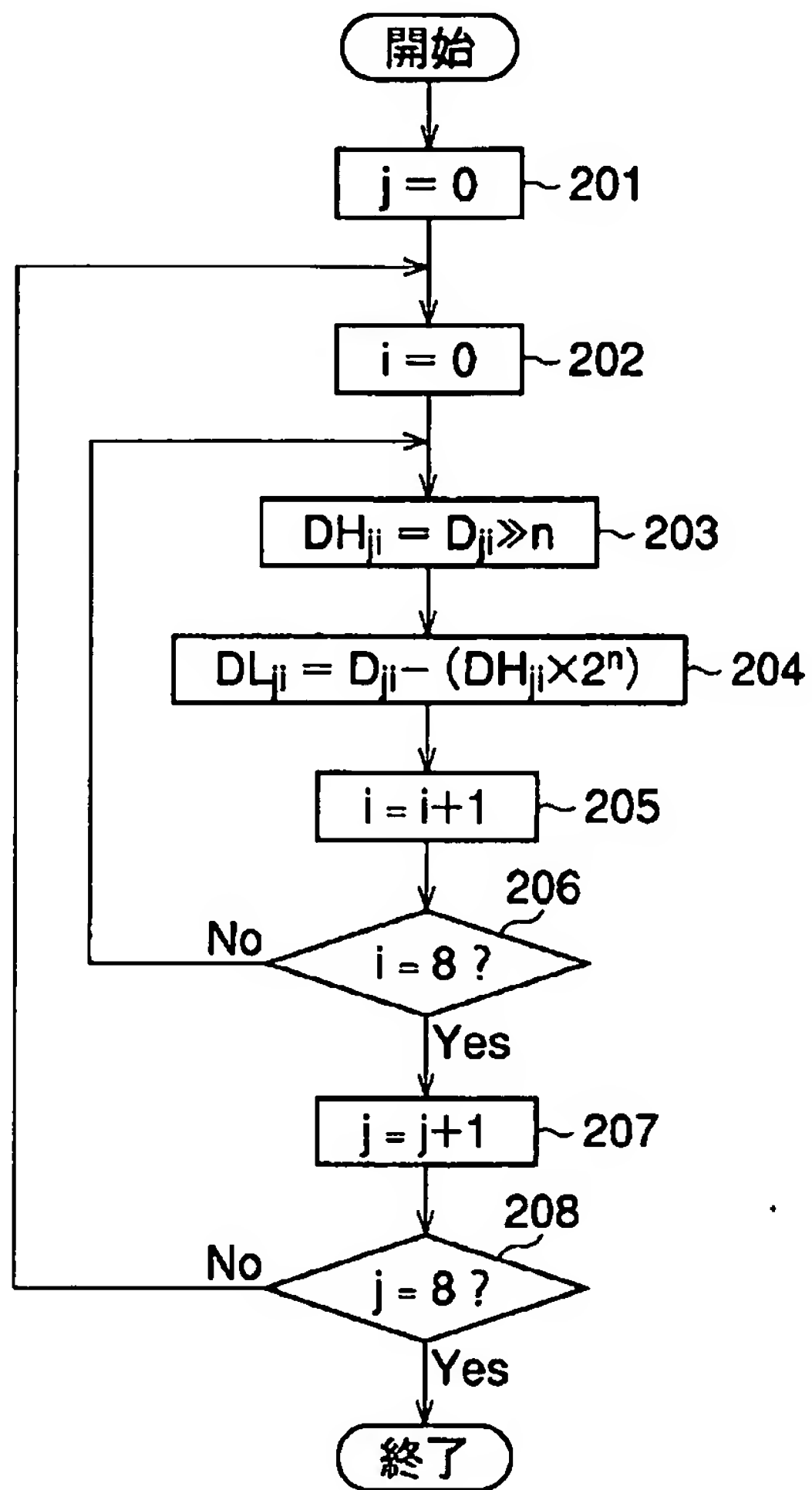
【図6】



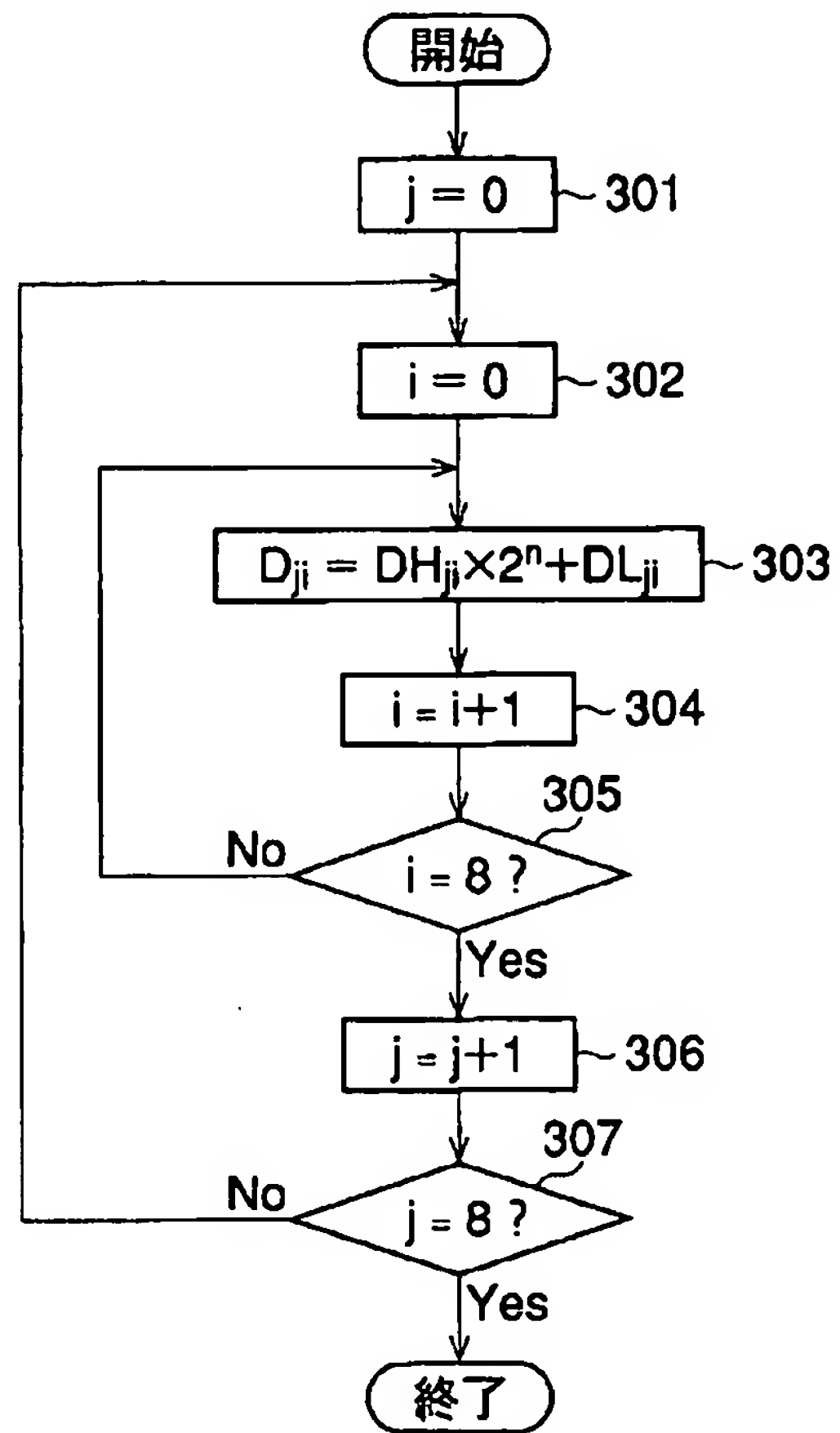
【図4】



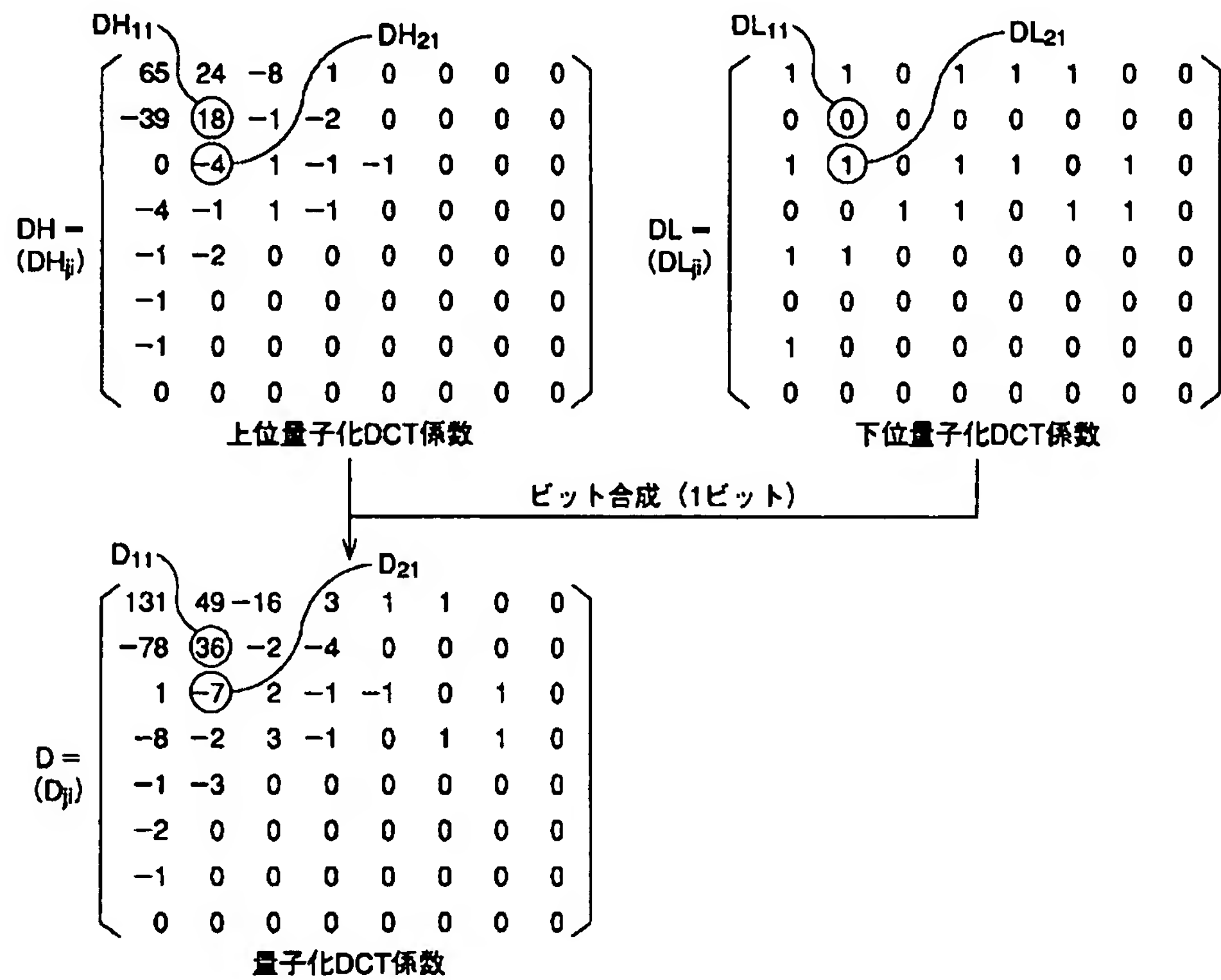
【図5】



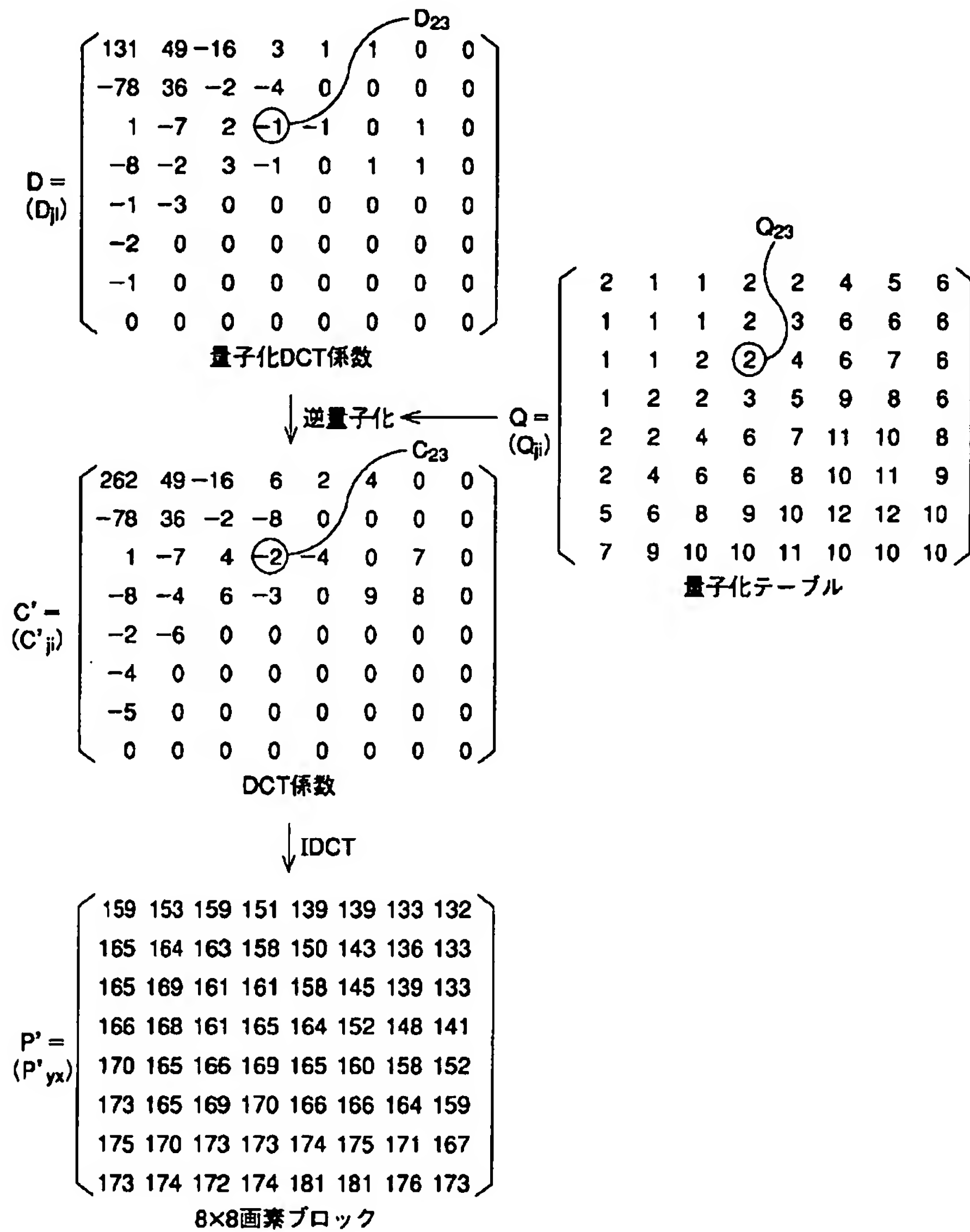
【図10】



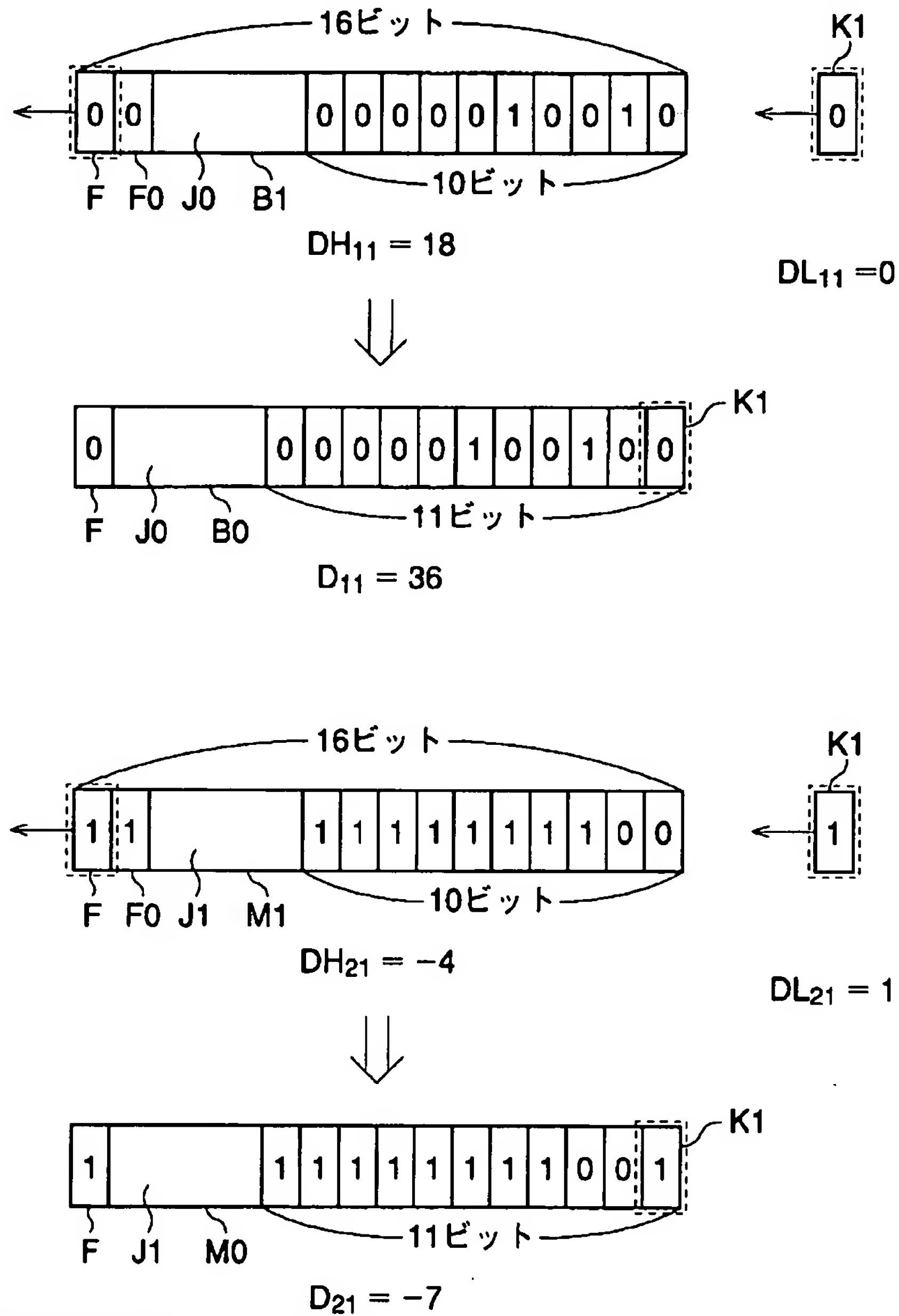
【図7】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成11年1月29日（1999. 1. 29）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】ビット分離の実行により、量子化DCT係数 D_{11} （=36）は右シフト演算される。シフト演算とは、各ビットを指定されたビット数だけ右または左に桁移動させる演算である。1ビットの右シフト演算が行われると、各ビットが右に1つつ移動させられ、「0」である右端の最下位ビットKは分離される。そして右シフト演算によって空白になった左端の最上位ビッ

トには、「0」である符号ビットFが埋められる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】例えば1ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 $D_{2,1}$ ($=-7$) に対して下位量子化DCT係数 $DL_{2,1}$ の値は、上位量子化DCT係数 $DH_{2,1}$ の値が -4 であることから

$$DL_{2,1} = -7 - (-4 \times 2^1) = 1$$

となる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】例えば3ビットのビット分離の場合、量子化DCT係数 $D_{2,1}$ ($=-7$) に対して下位量子化DCT係数 $DL_{2,1}$ の値は、上位量子化DCT係数 $DH_{2,1}$ の値が -1 であることから

$$DL_{2,1} = -7 - (-1 \times 2^3) = 1$$

となる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正内容】

【0096】例えば、1ビットのビット合成の場合、上位量子化DCT係数 $DH_{2,1}$ ($=-4$) と下位量子化DCT係数 $DL_{2,1}$ ($=1$) に対して量子化DCT係数

$D_{2,1}$ の値は、

$$D_{2,1} = -4 \times 2^1 + 1 = -7$$

となる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正内容】

【0101】ステップ307では、添字jが8であるか否かが判定される。すなわち、全ての上位量子化DCT係数 $DH_{j,1}$ と下位量子化DCT係数 $DL_{j,1}$ がビット合成されたか否かが判定される。添字jが8であると判定されると、 8×8 の上位量子化DCT係数行列DHと下位量子化DCT係数行列DLに対するビット合成は終了する。添字jが8でないと判定されると、ステップ302に戻る。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0102

【補正方法】変更

【補正内容】

【0102】以上のように本実施形態によれば、量子化DCT係数 $D_{j,1}$ のビット列を上位ビット列と下位ビット列にビット分離し、上位ビット列で表される上位量子化DCT係数 $DH_{j,1}$ と下位ビット列で表される下位量子化DCT係数 $DL_{j,1}$ を求めることにより、画像を効率的に圧縮することができる。また、上位量子化DCT係数 $DH_{j,1}$ と下位量子化DCT係数 $DL_{j,1}$ をビット合成することにより、量子化DCT係数 $D_{j,1}$ を復元し、ほぼ無歪みの画像を復元することができる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5C057 AA03 BA14 EA01 EC01 EK04
EL01 EM09 EM11 EM16 GF01
GF02 GM01
5C059 KK03 LA01 MA00 MA23 MA34
MC02 MC14 MC33 MC35 MC36
MC38 ME02 PP01 PP14 SS15
UA02 UA05
5C078 AA09 BA01 BA12 BA21 BA44
BA57 CA22 DA01 DA02 DB18